落花生平衡相對濕度物性之研究[1]

陳加忠　曹之祖　賴建洲[2]

摘要：在此研究中利用平衡相對濕度依序量測法以量取落花生全莢，仁與殼在5溫度下平衡相對濕度與平衡含水率之相關物性。平衡相對濕度之量測範圍爲10至95%。利用平衡相對濕度量測法所得結果與傳統平衡含水率量測法之結果並無差別。去濕和吸濕數據對於四個平衡相對濕度模式適稱性的比較結果和參數估計值均列舉於此研究中。落花生全莢，仁與殼均具有明顯的遲滯現象。

關鍵詞：落花生，平衡含水率，平衡相對濕度模式

落花生爲本省主要的雜糧作物之一，爲提高產值，在落花生的收穫後處理作業中，乾燥、貯存及包裝是十分重要的工作。此三種加工作業之處理流程均需預知其平衡相對濕度，平衡含水率，與溫度三者之物性關係。在利用電腦模擬以評估，設計落花生加工作業之最適條件時，必須建立適當的數學模式以描述此三者之關係。

本省落花生主要品種在此方面物性之研究一向闕如，僅有兩品種在25°C時，花生仁之物性[1]與測定在兩溫度（35，45°C）時，五種平衡相對濕度條件下其平衡含水率之相關數據[19]。

由於落花生其果莢（Pod）主要由花生殼（Hull），花生仁（Kernel），與其間隙所含空氣三者組成，其結構性比其他農產品更爲複雜，因此有關平衡相對濕度，平衡含水率在不同溫度下的物性關係測定，在以傳統平衡含水率測定法（EMC Determination）進行時，測定工作十分複雜，因此有關之研究資料比其他農產品猶少。

在國外的相關研究中，大多數之物性資料僅爲定溫度下少數之數據[8,16,18]。較爲完整之物性資料[9]，量測三種溫度下（50，70，90°F）之數據，但其平衡相對濕度值均在20%以上。Young 氏[20]之數據範圍較廣，但由於具有大的實驗誤差，其數據之分佈不具規律性。上述之落花生品種均爲維多利亞種（Viginia type）。

在有關描述平衡相對濕度，平衡含水率與溫度三者關係之模式研究中，Pfost 等氏[17]利用 Beasley 氏[9]之有關數據以非線性迴歸求估 Modified-Henderson 模式與 Chung-Pfost 模式之參數數值，並以此數據做爲 ASAE 之標準（Standard）。然而 Chen[11] 經由迴歸評估發現上述兩模式均不適用落花生之此項物性。在對花生莢進行乾燥模式適稱式之評估時，Colson 與 Young 氏[12] 發現良好的 EMC 預測值對乾燥模式適稱能力有極顯著之影響，因此 ERH, EMC 與溫度三者關係模式之建立更爲重要。

此研究之目的如下：

1. 以已建立之平衡相對濕度依序量測法量測本省主要落花生品種臺南9號花生莢，殼與花生仁在五種溫度下其含水率與平衡相對溫度之關係。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告 1566 號。

2. 本所農工系副研究員，技士，助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

2. 量測在上述作業落花生去濕（Desorption）與吸濕（Adsorption）之物性。
3. 評估適用之平衡相對濕度模式，並建立落花生果莢，殼與仁三者之適用參數。
4. 以此實驗所得資料探討落花生貯存時之安全含水率條件。

理論探討

利用平衡相對濕度依序測定法（ERH Step-by-Step Determination）可於短時間內測定大量且準確的數據[11,4]。此方法應用於落花生平衡相對濕度測定時，更可依此同時測定落花生全莢，仁與殼三者平衡含水率與平衡相對濕度之關係，其應用原理介紹如下：

將落花生果莢置於密封之容器內，形成一獨立且密閉（Isolate independent and closed）系統。在最初階段未達平衡時（如圖1. a 所示）。落花生果莢，仁與殼三者之含水率並不相等。在平衡相對濕度方面，落花生果莢、仁與殼三者之數值與果莢內外之空氣亦不相等，上述四者之溫度亦不相等。將此容器置於恆溫環境之內（圖1.b），在達到熱與質平衡狀態時，花生全莢、仁、殼與容器內花生莢間隙之空氣其溫度和相對濕度完全相等，介由感應器之量測，可測得此系統於平衡狀態時之溫度與平衡相對濕度值。將容器外界溫度依序增加，此即可得不同溫度下各平衡相對濕度。容器內之落花生取出後分別量測殼與仁之含水率，再依兩者含水率和質量比可計算求得全莢之含水率。此即是在此平衡相對濕度時落花生果莢、仁與殼之平衡含水率，依此方法可於短期內量得大量且準確之數據。

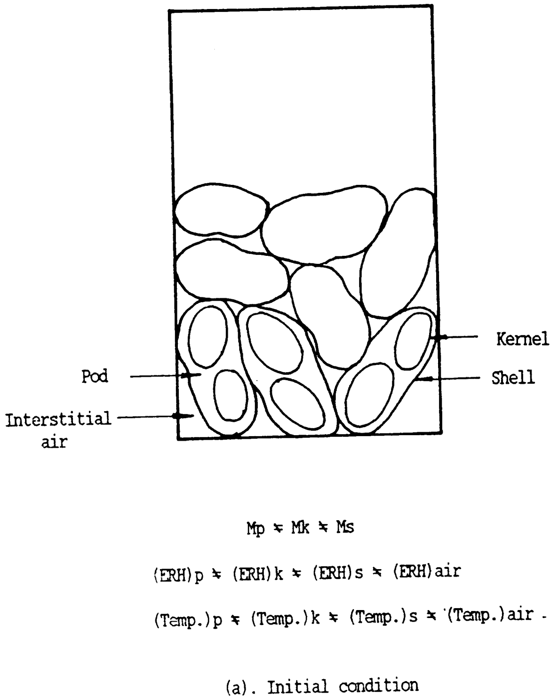

圖1.a 容器內落花生密閉系統最初狀況
Fig 1.a Initial condition of a closed systems with peanuts in the container.

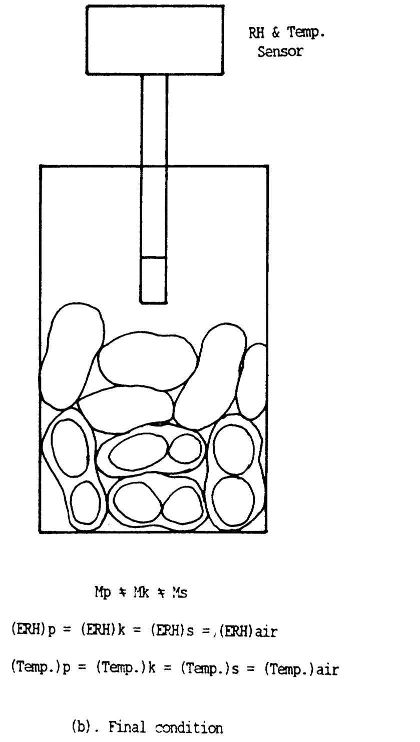

圖1.b 容器內落花生密閉系統平衡狀況
Fig 1.b Equilibriate condition of a closed systems with peanuts in the container.

材料與方法

一、實驗材料

此研究中落花生品種爲臺南9號。平衡相對濕度去濕性質測定所用樣品以50°C之熱風乾燥至預定之含水率。回潮性質所需之樣本則自極低含水率之樣品加水調整至預定之含水率。所有樣本存放塑膠瓶內加以密閉以成獨立隔絕之系統。所有樣本均存放兩個月以上使落花生容器（250ml）內果莢水份到達平衡狀態。樣本存放環境維持於3°C以避免發霉狀態。

二、相對濕度感應器

此試驗所用之相對濕度量測感應器有兩種：

a.Vaisala Humidity Transmitter HMD 30 US

b.Rotronic I-100 sensor

兩型感應器校正方程式之建立與性能評估已有研究[5]。

三、平衡相對濕度之量測

此研究方法採用平衡相對濕度依序量測法，此方法如同稻穀此項物性之方式[5,11]。

量測溫度爲五種（5，15，25，35，與45°C），平衡歷程（history）有去濕和吸濕兩項，相對濕度之量測範圍爲10～95％。

四、平衡含水率之量測

以傳統平衡含水率之量測方式量取25°C環境下，落花生吸濕過程平衡含水率與相對濕度之關係。以十三種飽和鹽溶液爲標準相對濕度產生裝置，其種類和相對濕度標準值如同表一所示。

表1. 落花生平衡含水率測定所用飽和鹽溶液及其產生相對濕度標準值

Table 1. The saturated salt solution and its standard RH valued for the measurement of EMC properties of peanuts.

KOH	8.23%	KI	68.86%
Licl	11.30%	Nacl	75.29%
CH_3Cook	22.51%	KBr	80.89%
$Mgcl_2.6H_2O$	32.78%	Kcl	83.34%
K_2CO_3	43.16%	KNO_3	93.58%
$Mg(NO_3)_2.6H_2O$	52.84%	K_2SO_4	97.30%
NaBr	57.57%		

Source：L. Greenspan, 1977[13]

在進行落花生平衡含水率之量測時，將5粒以上全莢之落花生放置於飽和鹽溶液所形成之相對濕度環境之容器內。所有容器均置於25°C之恆溫箱內，在八週之後取出果莢分別測定殼與仁之含水率，再計算全莢含水率，含水率量測所用之溫度與乾燥時間均依 ASAE 標準值（ASAE S352.1），含水率在此研究中均以乾基百分率（dry basis,%）表示。

五、平衡相對濕度模式

在此研究中以四種含三參數之 ERH 模式以探討落花生果莢，殼與仁其平衡相對濕度、平衡含水率與溫度三者關係，模式描述如下：RH 代表相對濕度（小數點），M代表含水率（%，乾基），T爲溫度（°C）。

1. 修正 Henderson 式。

$$RH=1-Exp(-A(T+C)M^{B})$$

2. Chung－Pfost 式

$$RH=Exp\left[\frac{-A}{T+C}Exp(-B\cdot M)\right]$$

3. 修正 Halsey 式

$$RH=Exp\left[Exp\left[A+B\cdot T\right]\cdot M^{-C}\right]$$

4. 修正 Oswin 式

$$RH=\frac{1}{\left(\frac{A+BT}{M}\right)^{c}+1}$$

六、模式適稱性評估

此研究量測所得落花生平衡相對濕度，平衡含水率與溫度之有關數據經非線性迴歸以評估四 ERH 模式之適稱性（fitting-agreement）。執行迴歸之軟體係以 GM-BASIC 語言撰寫而成。

模式適稱性之評估標準在定量方面有 R^2, S.E., P 與 RMS 值，定性方面則描殘差值對預測值之分佈圖形。上述標準其定義和計算公式如同稻穀此物性最佳適稱模式之比較[4]

結果與討論

一、EMC 量測法與 ERH 量測法之比較。

利用 EMC 量測法所得之數據如圖2所示。由於在高相對濕度（RH>90%）之環境，落花生莢有發霉現象，因此此環境所得之平衡含水率僅提供參考之用，由此也可驗證傳統 EMC 量測法在高相對濕度之環境所受之限制。

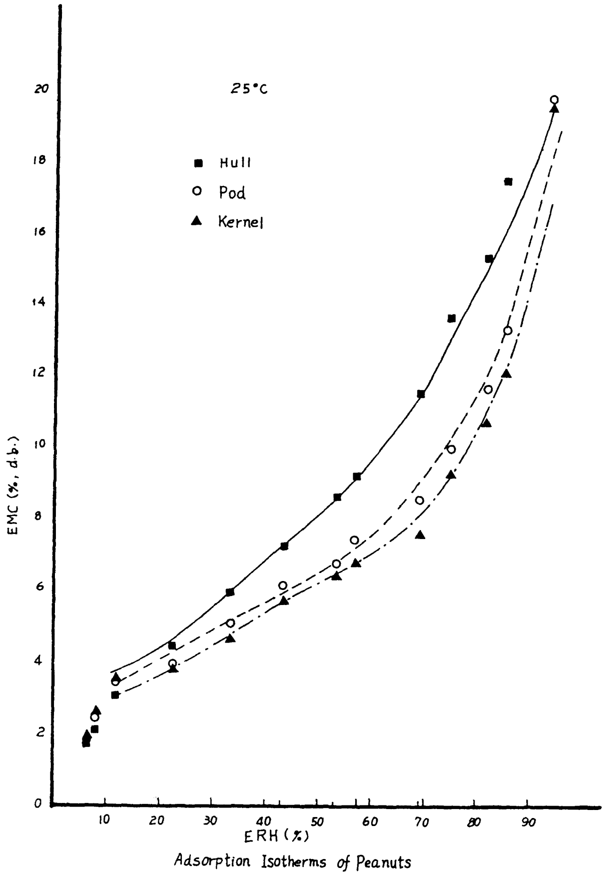

圖2. 不同方法所得 ERH/EMC 數據之比較

Fig 2. Comparing the ERH/EMC data from different method.

在低相對濕度（RH<20%）之環境，花生仁之平衡含水率高於殼，而全莢含水率則介於兩者之間，隨著相對濕度之增加（RH>20%），花生殼所能吸收水份急速的增加，花生仁所吸收之水份則較爲緩慢。此現象可由其組成成分加以說明：花生仁之主要成分爲油份，殼之主要成分爲纖維質（fiber），在低相對濕度環境，高油份農產品所有之含水量高於高纖維成份之農產品，然而隨著環境中相對濕度成份之增加，兩者所能吸收之水份則相反[11]。由落花生此項物性之研究亦證實了此結果。

爲使 ERH 量測之結果容易與 EMC 方法之數值互相比較，以代表 ERH 數據最佳適稱方程式於此溫度（25°C）之等溫曲線描繪於圖2（最佳適稱方程式，將於以下章節內容加以描述）。以圖2曲線之分佈與 EMC 方法所得數據加以比較，可知兩種方法所得之結果並無顯著之不同，因此可驗證 ERH 測定之準確性。

二、去濕之（ERH／EMC）物性

落花生在五種溫度下果夾、仁與殼其含水率和平衡含水率之相關數據如圖3.4.5所示。

㈠落花生莢

全莢在三個溫度條件下其 ERH/EMC 性質如圖3所示。溫度對曲線的分佈有顯著的影響，數據之分佈曲線近似指數曲線，其S型（S-shape）關係明顯性不如稻穀之等溫水份線[4]。此可歸因於其含高油份之特性。

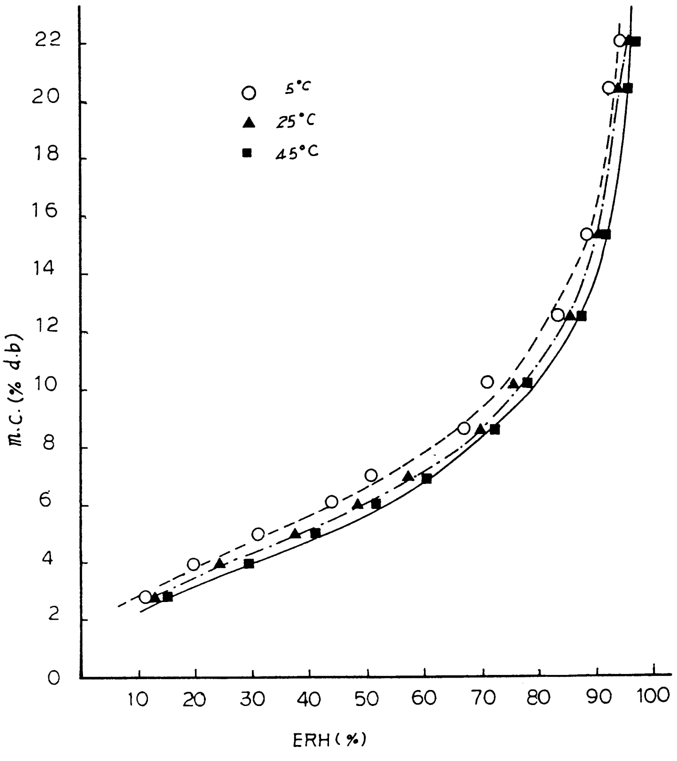

圖3. 落花生莢之去濕數據

Fig 3. Desorption data of peanut pod.

四個 ERH 模式對此落花生果莢 ERH/EMC 性質之迴歸係數和適稱性能比較如表2—1所示。僅有修正 Oswin 式可適用此種農產品，其他三模式雖然有大的 R^2 值（均大於0.985）但其標準迴歸均差都大於2.7% RH，殘差分佈圖都有明顯之曲線分佈，因而可知此三模式均不能適切的描述花生莢 ERH/EMC 分佈性質。

表2. 落花生去濕過程四 ERH 模式參數估計值與比較標準

Table 2. Estimated parameters and comparison criteria for four ERH models of desorption data for peanuts

		Modified-Henderson	Chung-Pfost	Modified-Oswin	Modified-Halsey
1. Pod	A	1.8433E-4	648.395	6.8299	3.0005
	B	1.6636	0.27153	−1.7698E-2	−5.9431E-3
	C	141.512	135.55	2.5454	1.7809
	R^2	0.985	0.989	0.995	0.989
	S. E.	3.197	2.780	1.907	2.728
	P	5.958	4.783	3.520	6.33
	RMS	9.107	7.302	4.90	11.923
	Residual Plot	Pattern[1]	Pattern	U.S.[2]	Pattern
2. Kernel	A	1.879E-4	747.86	6.23297	3.23456
	B	1.7939	0.3246	−1.811E-2	−5.8726E-3
	C	125.4	133.3	2.7527	2.0032
	R^2	0.972	0.979	0.991	0.995
	S.E.	4.34	3.74	2.50	1.92
	P	9.10	7.10	6.31	3.62
	RMS	17.58	14.08	13.05	5.29
	Residual Plot	Pattern	Pattern	U.S.	U.S.
3.Hull	A	1.3360E-4	594.338	8.9856	3.3757
	B	1.5936	0.1904	−2.5211E-2	−6.169E-3
	C	142.51	140.96	2.3765	1.7257
	R^2	0.992	0.994	0.985	0.968
	S.E.	2.28	1.96	3.18	4.67
	P	4.57	3.67	6.70	10.3
	RMS	7.26	5.31	12.95	22.03
	Residual Plot	U.S.	U.S.	Pattern	Pattern

Note 1. Systematic pattern 2. U. S.: Uniformly Scattered points

以修正 Oswin 式於三種溫度之預測曲線和實驗數據加以比較（圖3），由曲線分佈與數據之符合性可顯示此模式之良好適稱能力。

㈡落花生仁

花生仁三個溫度條件下其 ERH/EMC 性質如圖4所示。由於花生果仁含油量極高，數據

之分佈亦近似指數曲線。

四個 ERH 模式對於花生仁此物性適稱性比較之參數估計值與判別標準列於表2—2。修正 Henderson 式與 Chung-Pfost 式之 R^2 值數小，S. E., P 與 RMS 值相當大，殘差圖亦有明顯地曲線分佈，因此此兩模式並不適用。修正 Oswin 式與修正 Halsey 式有均稱分佈之殘差圖形，顯示這此模式可用於代表花生仁 ERH/EMC 分佈性質。修正 Halsey 式在定量標準方面比修正 Oswin 式更優越，可視爲最佳之適稱模式。以修正 Halsey 式所描繪三溫度曲線如圖4。

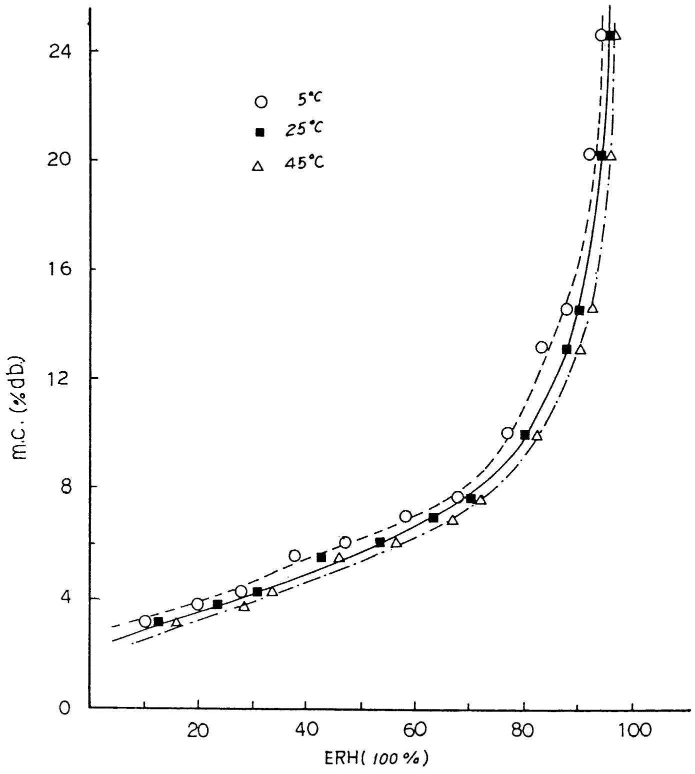

圖4. 落花生仁之去濕數據
Fig 4. Desorption data of peanut kernel.

㈢落花生殼

落花生殼在三個溫度下 ERH/EMC 之分佈圖形如圖5所示，圖形分佈則更接近S型曲線。

四 ERH 模式對於花生殼此物性之適稱性比較列於表2—3。修正 Henderson 式與Chung-Pfost 式之殘差圖具有常態均勻分佈之性質，然而 Chung-Pfost 式在定量標準方面有較好的性能。修正 Oswin 式與修正 Halsey 式並不適用此種農產品，以 Chung-Pfost 式所描繪之三定溫水份線示於圖5。

文獻中 Beasley 氏之落花生 EMC 量測數據其適用模式已有研究[11]。其中花生莢之適用模式爲修正 Oswin 公式，花生仁之適用模式爲修正 Oswin 式與修正 Halsey 式，花生殼之適用模式爲修正 Henderson 式與 Chung-Pfost 式。兩種數據模式適稱性的比較結果均相同。

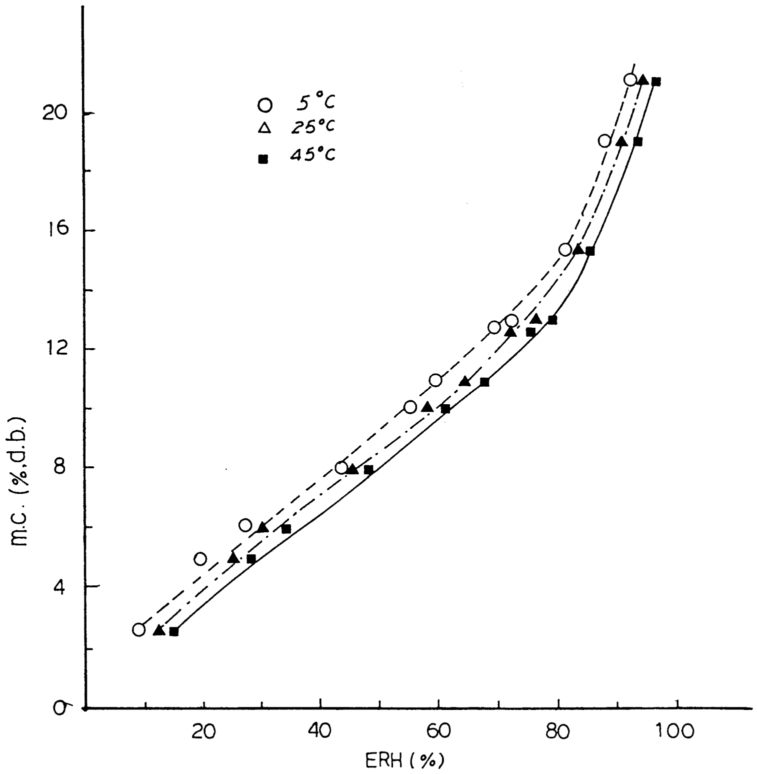

圖5. 落花生殼之去濕數據
Fig 5. Desorption data of peanut hull.

三、吸濕 (ERH／EMC) 物性

四 ERH 模式對三種成份之適稱性參數估計值與比較結果列於表3。對花生莢而言，修正 Halsey 式有較好的定量標準，對於去濕之花生莢而言，僅有修正 Oswin 式適用，由此可知吸濕過程不僅改變了花生莢之水份等溫線曲線形狀，也影響了適用之 ERH 模式。

表3. 落花生吸濕過程四 ERH 模式參數估計值與比較標準
Table 3. Estimated parameters and comparison criteria for four ERH models of adsorption data for peanuts

		Modified-Henderson	Chung-Pfost	Modified-Oswin	Modified-Halsey
1.Pod	A	2.651E-4	531.70	6.6792	2.9420
	B	1.4503	0.239	−1.8208E-2	−5.6004E-3
	C	154.70	141.60	2.302	1.7725
	R^2	0.964	0.966	0.986	0.992
	S.E.	4.35	4.23	2.68	2.03
	P	7.84	7.68	5.24	4.00
	RMS	17.80	16.04	12.40	8.30
	Residual Plot	Pattern	Pattern	U.S.	Pattern

2. Kernel	A	3.533E-4	514.57	6.1971	2.8227
	B	1.408	0.258	−2.075E-2	−5.4890E-3
	C	143.26	141.42	2.2087	1.7998
	R^2	0.948	0.949	0.907	0.989
	S.E.	5.23	5.17	3.61	2.41
	P	9.88	9.71	7.00	4.62
	RMS	21.50	19.90	16.30	11.00
	Residual Plot	Pattern	Pattern	Pattern	U.S.
3.Hull	A	1.8502E-4	589.84	8.5250	3.3654
	B	1.5215	0.194	−2.3876E-2	−5.687E-3
	C	129.15	147.81	2.3947	1.769
	R^2	0.984	0.988	0.991	0.984
	S.E.	3.08	2.51	2.41	3.10
	P	4.96	4.40	3.16	5.02
	RMS	8.51	7.57	4.45	7.96
	Residual Plot	U.S.	U.S.	U.S.	Pattern

對於花生仁之吸濕數據進行非線性迴歸之結果顯示僅有修正 Halsey 氏適用。對於花生殼而言，有三種模式可做爲適用模式：修正 Henderson 式，Chung-pfost 式與修正 Oswin 式，在定量標準比較方面，以修正 Oswin 式最優。

由上述之結果可知吸濕過程之適用模式與去濕過程所得結果並不相同。

四、遲滯效應

花生莢於5°C與45°C之遲滯現象以其適稱模式繪製曲線如圖6所示。主要之遲滯效應發生於相對濕度30—75%之範圍，5°C之遲滯效應顯著地高於45°C。

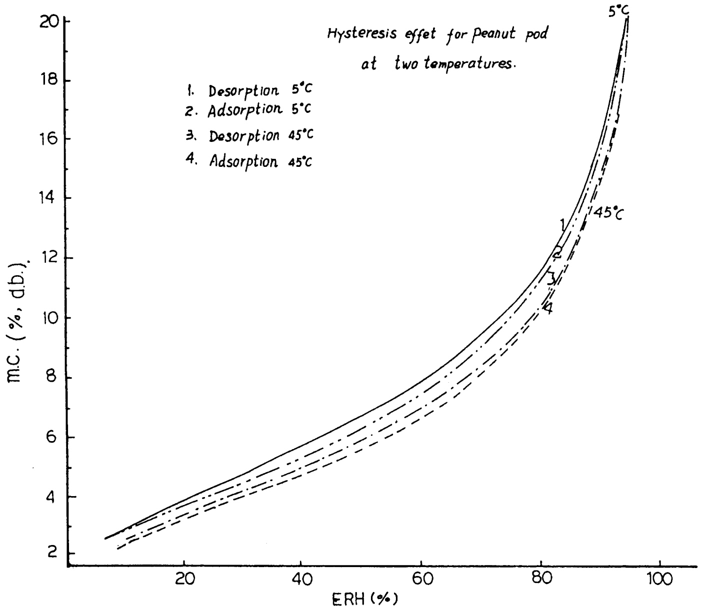

圖6. 落花生莢於兩溫度下之遲滯現象

Fig 6. Hysteresis effect for peanut pod at two different temperatures.

花生仁在兩種溫度條件下之遲滯效應如圖7。遲滯現象幾乎分佈於所有相對濕度之範圍。5°C時遲滯性高於45°C。

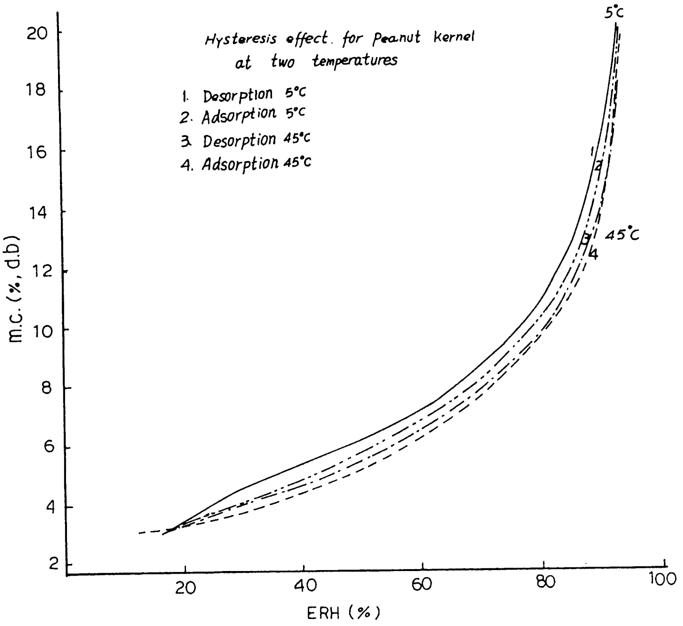

圖7. 落花生仁於兩溫度下之遲滯現象

Fig 7. Hysteresis effect for peanut kernel at two different temperatures.

花生殼兩溫度之遲滯現象圖示於圖8，遲滯性之分佈較不規則，5°C時遲滯性亦高於45°C。

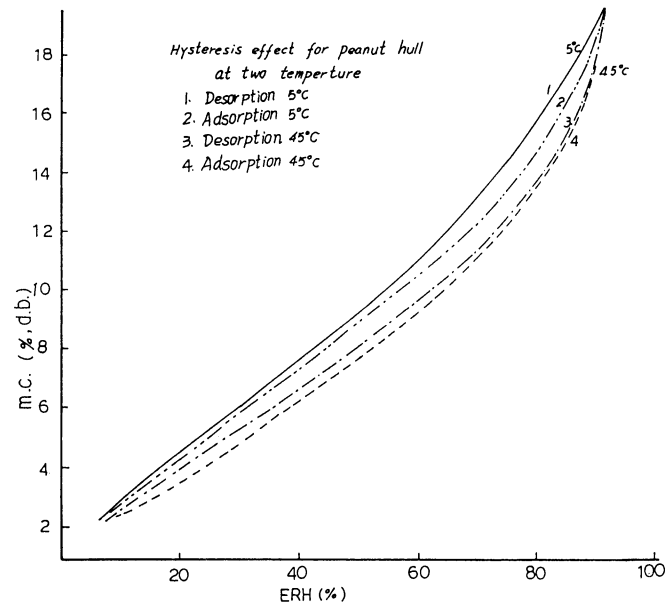

圖8. 落花生殼於兩溫度下之遲滯現象

Fig 8. Hysteresis effect for peanut hull at two different temperatures.

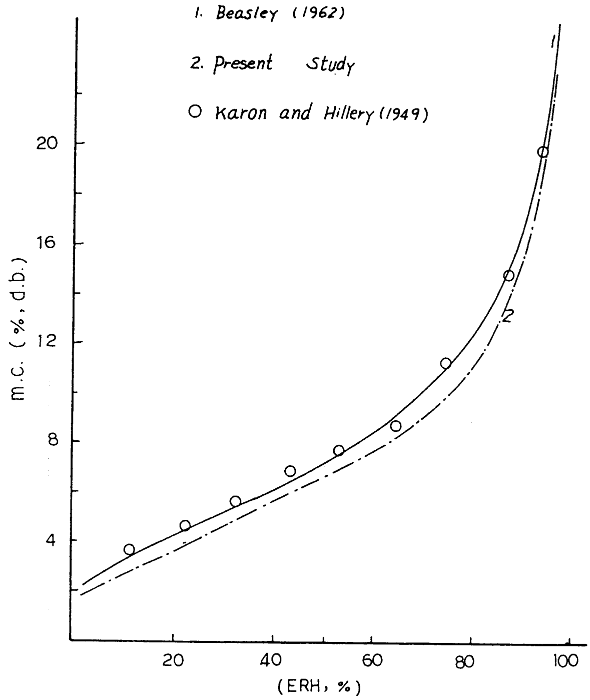

圖9. 數種不同落花生莢25°C去濕數據比較

Fig 9. Comparison of desorption data of peanut pod with previously published data (25°C)

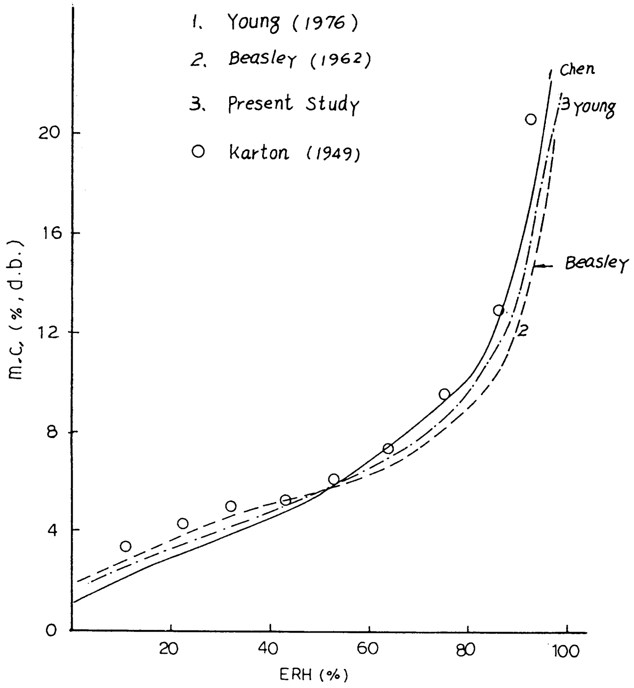

圖10. 數種不同落花生仁25°C去濕數據比較

Fig 10. Comparison of desorption data of peanut kernel with previously published data (25°C)

由上述結果可知，落花生的三種組成成份其遲滯性受周圍溫度所影響，溫度愈高時遲滯性愈不顯著，此與玉米粒[11]和稻穀[4]之結果相同。

五、文獻已知數據之比較

農產品 ERH/EMC 物性受到品種，乾燥溫度，量測方式……等許多因數所影響，本省落花生栽植之品種爲爲粒型西班牙種（Spanish），與美國慣植之維多利亞大粒型品種有所不同。兩種品種對 ERH/EMC 物性之影響値得加以探討。

三種不同花生莢 ERH/EMC 數據在同一溫度（25°C）下之數據分佈如圖9所示，Beasly 氏與 Karon 氏之數據十分接近，兩者均屬於大粒種，此研究所得結果在圖形分佈顯示偏低，即在相同相對濕度之環境下，小粒型落花生所保持水份之能力較低。

四種花生仁於25°C之去濕數據圖示於圖10，雖然品種量測方式並不相同，但其結果十分相近，尤其在40—70% RH 範圍幾乎無差異性。

四種不同資料之花生仁於30°C之吸濕數據如圖11所示。由於此研究並未量測30°C之去濕數據，圖上曲線爲修正 Halsey 式於30°C之預測曲線，由圖可知此研究所得吸濕物性於30°C之曲線分佈與 Pixton 等氏[18]，Ayerst 氏[8]十分接近。然而邱氏等[1]臺南9號（與此研究同一品種）所得有偏離之現象。此原因可由其試驗方法加以解釋：邱氏等[1]之EMC 量測法係以兩三粒花生仁置於飽和鹽溶液之形成空間內於一週後取出量測含水率，由於平衡時間短，樣本重量少，此皆是造成數據偏差之原因。

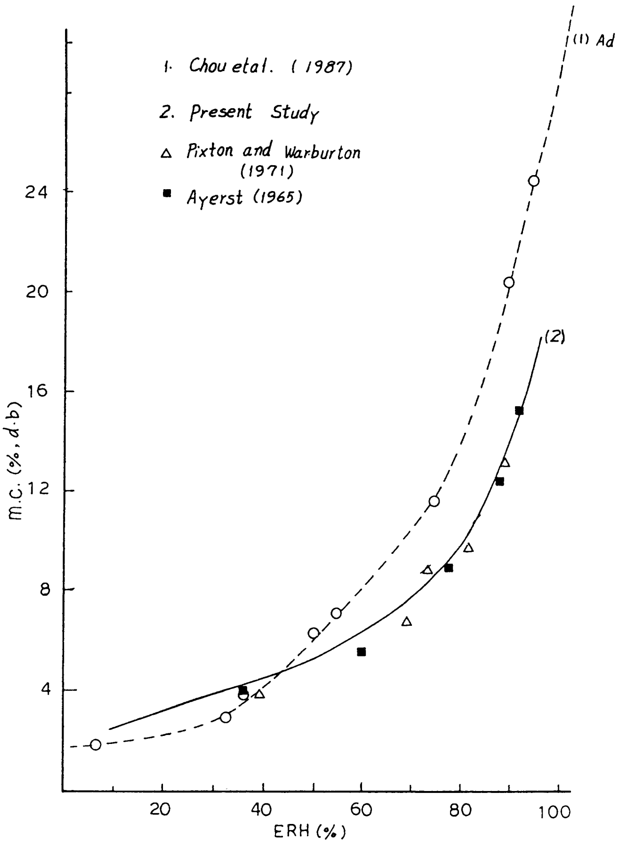

圖11. 數種不同落花生仁30°C吸濕數據比較

Fig 11. Comparison adsorption data of peanut kernel with previously published data (30°C)

由上述吸濕和去濕之數據比較可知花生仁 ERH/EMC 物性並未受品種等因素而有顯著影響，在對亞麻種子此種物性之研究時，Jayas 等氏[14]比較四種不同資料之 ERH/EMC 數據，發現四種不同來源之數據本身無顯著之差異性。在對數種油菜子（Canola meal）ERH/EMC 數據的比較中，不同的品種，量測方法等因子對此物性並無顯著之影響[15]。然而在對玉米粒此項物性之比較中，品種等因素造成了極大的差異性[11]。由上述之研究可知，含高油量的農產品其 ERH/EMC 性物受其他因素影響性較少，而含高澱粉質之農產品此項物性受各項因素影響而不容易有一致性。

四種不同資料之花生殼於25°C之去濕物性曲線比較如圖12所示。在同一相對濕度條件下，Young 氏[20] 曲線具有最高之 EMC 數值。Bealsey 氏[9]與 Karon 氏[16] 之量測數據較接近，在此研究所得分佈曲線最低。可知不同的品種或量測方式之因素使花生殼的 ERH 物性有極大之差異性，此原因可由其組成成份纖維質加以說明。至於本研究結果所以偏低之原因或許可以以品種（小粒種）和乾燥溫度（50°C）加以說明，更詳細之研究需要加以執行。

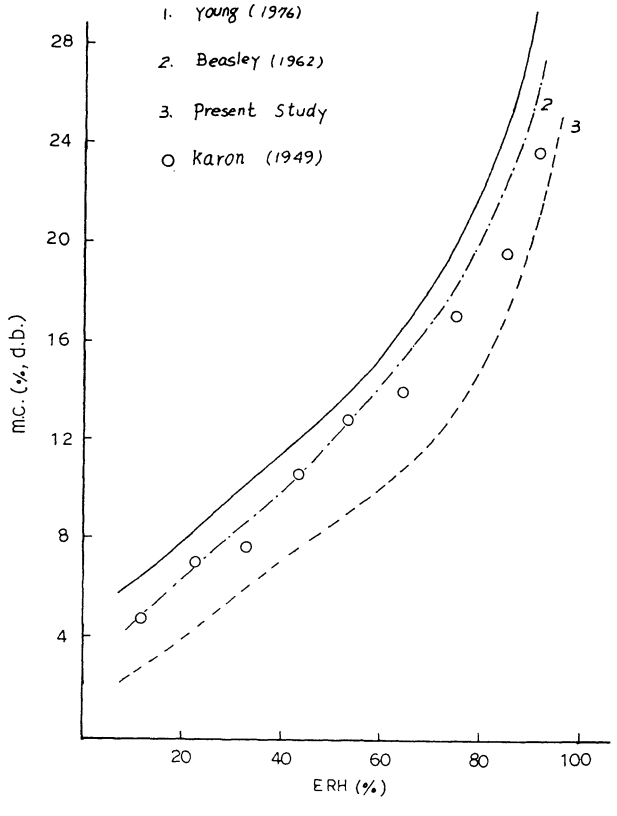

圖12. 數種不同落花生殼25°C去濕數據比較

Fig 12. Comparison of desorption data of peanut hull with previously published data (25°C)

由六種茶葉其吸濕曲線之比較結果[6]，在同一溫度下六曲線存有其大之差異性，由於茶葉之成份中纖維質占有極大之部份，因此亦可說明組成成份對 ERH/EMC 差異性之影響。

六、落花生平衡相對濕度物性之應用

ERH/EMC 物性在乾燥過程中可做爲判定在一定乾燥環境下（相對濕度與溫度）農產品所能乾燥之含水率。以本省慣用之日晒或箱式乾燥方式，其應用之相對濕度範圍均在此研究（10—95% RH

）之內，乾燥溫度亦在50°C以下，因此對以此研究結果所得 ERH 模式計算 EMC 值，均屬於迴歸分析預測應用之內插範圍，因此此研究成果在乾燥作業上有其實用性。

在落花生長期貯存安全含水率研究方面，傳統上以嘗誤法（trial and error）進行觀察，不僅耗時費事且缺乏一致之結果，以落花生莢安全水份含量而言，在同一推廣刊物（花蓮區農推簡訊5卷4期）即推薦三種不同之結果，13%（13頁），9%（18頁），與12%（21頁）。由農產品之長期貯存安全含水率研究[3] 可知，平衡相對濕度於65%之內可做為農產品安全貯存之指標。以此研究結果為例，落花生莢於65% RH，25°C時，其去濕平衡含水率為8%乾基（7.4%濕基），因此將落花生全莢乾燥至8%即可長時期安全貯存。此標準可做為農民乾燥過程決定最終含水率之依據。

落花生黃麴毒素之污染問題，是本省落花生生產中面臨之嚴重問題。依臺南場之研究[2] 認為〝帶殼花生（全莢）在室溫下貯存應不超過4個月為宜，其種仁含水率以9%為主〞（未述明乾基或濕基）。

由平衡相對濕度與菌類活動相關性之研究[10]，Aspergillus glarus 在平衡相對濕度大於78%時才有機會成長，相對濕度大於83%時，aflatoxin 開始活動以污染穀物。由此研究結果圖3與4可知，在25°C，RH78%時相應之莢含水率為10.6%乾基（9.6%濕基），仁之相應含水率為9.4%乾基（8.6%濕基）由此可知落花生全莢乾燥至9.6%濕基以下或是花生仁乾燥至8.6%濕基以下時，在正常狀態（無破損等其他因素影響），經由適當的包裝以阻絕外界高濕（大於78%RH）環境影響，此可避免黃麴毒素對落花生之污染。

結　論

由上述研究所得可歸納結論如下：

1. 利用平衡相對濕度依序測定法可於短時期內測定大量落花生莢、仁與殼之平衡相對濕度，平衡含水率於五溫度下之相關數據。
2. 去濕過程中最佳適稱 ERH 模式如下：果莢一修正 Oswin 式，仁一修正 Halsey 式，殼一Chuhg 與 Pfost 式。吸濕過程中最佳適稱模式為：全莢一修正 Halsey 式，仁一修正 Halsey 式，殼一修正 Oswin 式。有關之參數合計值均列舉於表內。
3. 由傳統 EMC 方法和依序 ERH 測定法所得結果並無顯著之不同。
4. 落花生果莢，仁與殼均具有遲滯現象，且隨溫度之增加而減低其影響力。
5. 由已發表之有關數據與此次研究結果比較得知，含高油量之全莢與仁受品種等其他因素影響並不顯著，然而不同研究者所得花生殼 ERH/EMC 性質則具有極大之差異性。
6. 落花生長期貯存之安全含水率與避免黃麴毒素污染所需維持含水率均可由 ERH／EMC 性質而得。

參考文獻

1. 邱義源，蔡宗添，陳相榮，蔡滄朝，鄭三郎，1978，簡易包裝方法對花生仁品質與其貯存安定性之影響，中國農化學會誌，Vol 25(2)，PP.131—139。
2. 顏正義，鄭安秀，1990，落花生黃麴毒素污染與產期，乾燥方式及貯藏條件相互關係之研究，臺南改良場研究彙報 24：45—63。
3. 陳加忠，1990，穀物平衡相對濕度性質在穀物貯存之應用，農試所技術服務，雙月刊1卷1期 P4—70。
4. 陳加忠，賴建洲，曹之祖，1990a，稻穀平衡相對濕度性質之研究，中華農業研究34：(4)：347—366。
5. 陳加忠，曹之祖，賴建洲，1990b，電子相對濕度計之性能評估，農業工程學報36(4)：79—96。
6. 陳加忠，曹之祖，賴建洲，1990c，烏龍茶葉吸濕曲線及其品質維持之應用研究，中華農業研究34(3)：239—257。

7. ASAE 1984, Standards 1984, D254.4, ASAE, St, Josepd, MI.
8. Ayerst, G. 1965, Determination of the water activity of some by groscopic food materials by a dew-point method. J. of the science of food and Agriculture, 16(2), PP. 71—78.
9. Beasley, E. O, 1962, Moisture equilibrium of Viginia bunch peanuts. M. S. Thesis, North Carolina State University.
10. Beuchat, L. R,1988, Influence of water activity on sporulation, germination, outgrowth, and toxin production, In "Water Activity : Theory and Applicationa to Food".PP.137—151,Marcel Dekker, Inc New York.
11. Chen, C, 1988, A study of equilibrium relative humidity for yellow-dent corn kernels, Ph. D. Thesis, Univerity of Minnesota, St. Paul.
12. Colson, K. H, and J. H, Young, 1990, Two-component thin-layer drying model for unshelled penuts, Trans of the ASAE 33(1) : 241—246.
13. Greenspan, L. 1977, Humidity fixed points of binary sturated a aqueous solution, J. Res. National Bureau of Standard-A. Phys, and Chem. 81(A) : 89—96.
14. Jayas. D. S., D. A. Kukelkp and N. D. G. White, 1988, Equilibrium moisture-equilibrium relative humidity relationship for canola meal. Trans of the ASAE 31(5) : 1585—1588, 1593.
15. Jayas, D. S., G. Mazza and N. D. G. White, 1989, Equilibrium moisture content-equilbrium relative humidity relationship of flax seed, ASAE paper, No. 89—6603.
16. Karon, M. K. and B. E. Hillery, 1949, Hygroscopic equilibrium of peanuts, Journal of the American oil Chemist Society. Jan. PP. 16—19.
17. Pfost, H. B., S. G. Mourer, D. S. Chung and G. A. Milliken, 1976, Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grains. ASAE paper, No. 76—3520.
18. Pixton, S. W. and S. J. Warburton, 1971, Moisture content/relative humidity equilibrium at different temperatures of some oilseeds of economic importance, Journal of stored products products Research, 7, PP. 261—269.
19. Sheng, C. T. 1989, The study on hysteresis phenomenon of EMC curves for peanuts, J. of Chinese Agri Engin. Vol.35(4) : 83—97.
20. Young, J. H. 1976, Evaluation of models to describe sorption and desorption equilibrium moisture content isotherms of Virginia-type peanuts. Trans of the ASAE 19(1) : 146—150,155.

The study on the ERH Properties for Peanuts[1]

C. C. Chen, C. T. Tsao, and C. C. Lai[2]

Summary

The equilibrium relative humidity ranging from 10 to 95% of peanut pods, kernels and hulls were measured at temperatures ranging from 5 to 45°C. No significant difference can be found between the experimental results of EMC and ERH method. The fitting-agreement of the adsorption and desorption data to four ERH models was evaluated. The best model and its estimated parameters were showed in this study. Hysteresis effect was significant for the ERH/EMC properties of peanut pods, kernels and hulls.

Key word : ERH model, peanuts, EMC.

1. Contribution No. 1566 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate researcher, Junior specialist, Assistant researcher, respectively, TARI, Taichung, R. O. C.